

3. E5793-01

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-195822

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl. H01L 21/288  
C25D 5/18  
C25D 7/12

(21)Application number : 10-371318

(71)Applicant : JAPAN ENERGY CORP

(22)Date of filing : 25.12.1998

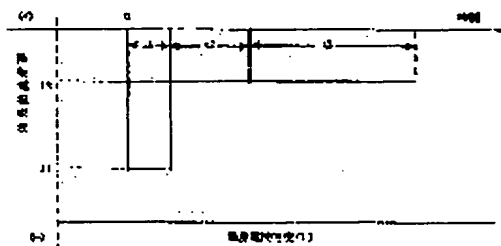
(72)Inventor : OKUBO RIICHI  
SEKIGUCHI JIYUNNOSUKE

## (54) METHOD TO APPLY COPPER PLATING TO SILICON WAFER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve adhesion of a copper film to microscopic trenches and via holes by a method, wherein in a second stage, a current is interrupted, the thickness of the copper film deposited in the specified range in a first stage is chemically dissolved in a third stage, the current density of a cathod circuit is set lower than the circuit density in the first stage, and a current is made to flow to the copper film until the copper film reaches a prescribed thickness.

SOLUTION: In a second stage, a current is interrupted. This time  $t_2$  is assumed to be the time equivalent to the time to take for chemically dissolving 5 to 80% of the thickness of a copper film deposited on the surface of a silicon wafer in a first stage. The copper film excessively deposited on the parts of the apertures of trenches and via holes in the first stage is preferentially dissolved. In a third stage, the current density of a cathode current  $I_2$  to be applied a plating is set lower than the current density of that in the first stage, and the time  $t_3$  is set to a time equivalent to the time it takes until the thickness of the copper film ultimately reaches a prescribed thickness. In this case, there is the possibility that the apertures are likely to be closed in the second stage, but when the circuit density of the cathode current  $I_2$  is set at a current density higher than the circuit density of that in the first stage, the apertures are again closed due to current concentration and voids might remain. Accordingly, there is a need to set the current density here to be lower than the circuit density of the cathode current in the first stage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

(18) 日本国特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許公開番号  
特開2000-195822  
(P2000-195822A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	チーフ(参考)
H 01 L 21/288		H 01 L 21/288	E 4 K 0 2 4
C 2 5 D 5/18		C 2 5 D 5/18	4 M 1 0 4
7/12		7/12	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

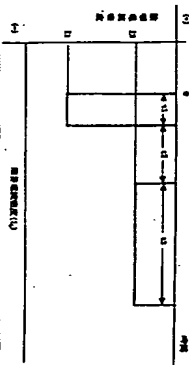
(21) 出願番号	特開平10-371318	(71) 出願人	000231109
(22) 出願日	平成10年12月25日 (1998. 12. 25)	株式会社シャープエナジー	株式会社シャープエナジー 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 大久保 和一 東京都北豊城市御川町白堀187番地4 株 式会社シャープエナジー通販工場内 関口 洋之 補 東京都北豊城市御川町白堀187番地4 株 式会社シャープエナジー通販工場内 (74) 代理人 100035298 伊理士 小越 男 (外1名)
(54) 発明の名称	シリコンエハへの銅めっき方法		

最終頁に続く

(57) 【要約】

【課題】 半導体配線材料として使用される銅を電気めっきにより形成するための方法に関し、特に微細なトレンチやビア穴への銅の付回り性を向上させ、均一かつ安定しためっき密着を得る。

【解決手段】 銅シード層形成を付けたシリコンエハ上に電気銅めっきするに際し、めっき処理中に印加する電流と時間を調整し、めっきの中間段階でめっき電流を遮断して、折出した銅を一時的に化学的溶解する工程を有するシリコンエハへの銅めっき方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 銅シード層形成を付けたシリコンエハ上に電気銅めっきする方法であって、めっき処理中に印加する電流と時間を、

- a. 第1段階として、陰極電流が境界電流密度の3.0～1.0.0%で、その時間をウエハ上の最小の穴の径又は溝の幅の7.5%の厚さに相当する銅析出に要する時間未満とし、
- b. 第2段階として、電流を遮断し、その時間を前記

a. の段階で折出した銅の厚さの5～8.0%が化学的に溶解するのに相当する時間とし、

c. 第3段階として、陰極電流が前記 a. の段階での電流密度以下であり、その時間を最終的に所定の銅膜厚に達するまでの時間通電する、前記3段階でめっきすることとを特徴とするシリコンエハへの銅めっき方法、

【請求項2】 めっき作業中にシリコンエハを継続的に回転させることを特徴とする請求項1記載のシリコンエハへの銅めっき方法、

【請求項3】 前記 b. の段階で、シリコンエハに折出した銅を化学的に溶解する際に、該溶解速度を調整するために、銅よりも電気化学的に貴な金属をシリコンエハ上に接続させることを特徴とする請求項1又は2記載のシリコンエハへの銅めっき方法、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体配線材料として使用される銅を電気銅めっきにより形成するための方法に関し、特に微細なトレンチやビア穴への銅の付回り性を向上させ、均一かつ安定しためっきを施すことができるシリコンエハへの銅めっき方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体ウエハの加工においては、配線材料としてアルミニウムが用いられてきた。しかし、最近では配線の集積度が高まっているために、前記アルミニウムよりも電気伝導度の高い銅に置き換えられ、倍りの遅延時間の増加を防ぐことが行なわれるようになった。銅をウエハ上に形成する方法として、CVD法、蒸着法、スパッタリング法などの乾式法の他に、水溶液からの電気めっき法が使用されるようになってきた。電気銅めっきは、スパッタリング法などに比べ微細なトレンチやビア穴に対して付回り性は良好であるが、それでもアスペクト比が3を超えるものに對しては付回りが不十分となり、トレンチやビア穴にボイドが生ずる場合がある。

【0003】 電気銅めっきでは、めっき物であるシリコンエハの表面の電気伝導性を向上させるために、シード層と呼ばれる銅の薄層を形成する必要がある。この膜厚は通常10～100nmである。この銅のシード層は現在スパッタリングで形成されているが、膜厚の均一性が悪く、特に微細なトレンチやビア穴内の側壁や底

には非常にわずかに折出しない、この膜厚を増加せよとて様々な工夫が懸らされているが、なかなか難しく、一般に表面に対する穴底の銅の析出膜厚の比率は1.0%以下とされている。

【0004】

このようにシード層の膜厚が不均一であるため、強度性の腐蝕めっき液に浸漬した時に、膜厚の薄い部分の銅が化学的溶解により消失し、この銅が消失した部分には電気銅めっきが析出しない。そしてその部分がボイドとなるため電気銅めっきの付回りが不満足なものである。さらに、もう一つの問題は、電流分布の問題によりトレンチやビア穴の内部よりも口の部分の方が銅が析出し易いため、過剰的な銅析出を行なうと、内部が堵塞されるよりもこれらの口の部分が閉じる方が早くなり、内部にボイドが形成されることである。以上を示すように、電気銅めっきにより半導体配線材料として使用される銅を析出させるためにいくつかの問題点があり、これを克服しなければならぬという問題があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、銅シード層形成を付けたシリコンエハ上に電気銅めっきする工程を基本的に見直し、電気銅めっきにおける微細なトレンチやビア穴への付回りを改善することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するために本発明者らは研究を行なった結果、電気めっきにおける電流と時間の設定を改善することにより、微細なトレンチやビア穴への付回りが効果的かつ再現性よくに達せられるとの意見を得た。本発明はこの意見に基づき、

1 銅シード層形成を付けたシリコンエハ上に電気銅めっきする方法であって、めっき処理中に印加する電流と時間を、

- a. 第1段階として、陰極電流が境界電流密度の3.0～1.0.0%で、その時間をウエハ上の最小の穴の径又は溝の幅の7.5%の厚さに相当する銅析出に要する時間未満とし、
- b. 第2段階として、電流を遮断し、その時間を前記

a. の段階で折出した銅の厚さの5～8.0%が化学的に溶解するのに相当する時間とし、

c. 第3段階として、陰極電流が前記 a. の段階での電流密度以下であり、その時間を最終的に所定の銅膜厚に達するまでの時間通電する、前記3段階でめっきすることとを特徴とするシリコンエハへの銅めっき方法

2 めっき作業中にシリコンエハを継続的に回転

3 することとを特徴とする上記1記載のシリコンエハへの銅めっき方法

4 前記 b. の段階で、シリコンエハに折出した銅を化学的に溶解する際に、該溶解速度を調整するために、銅よりも電気化学的に貴な金属をシリコンエハ上に接続させることを特徴とする上記1又は2記載のシリ

コンラエバーへの解めつき方法、を提供する。

[0007]

【発明の実施の形態】 本発明は、図1に示すように3段階の電流及び時間の設定変更を行なう。図1は本発明の電流及び時間における電流・時間設定の模式図であり、該図において縦軸は捨断電流密度、横軸は時間である。図1の下方にある水平のラインは限界電流密度1<sub>1</sub>を示す。第1段階では、捨断電流1<sub>1</sub>が限界電流密度1<sub>1</sub>の3.0～10.0%で、その時間t<sub>1</sub>をウエハー上の最小の穴又は溝の幅の75%の厚さの相当する銅析出に要する時間未満とする。これは電流密度が低い、すなわち銅の析出速度が低い場合にはトレンチやビア穴の底やその付近の部分で、銅が析出するよりも早くシュード層の銅が化学溶解により消失してしまうことを避けるために、電流密度を十分高くし、急速なめつきを行なう必要があることによる。ただし、電流密度が限界電流密度1<sub>1</sub>よりも高くなり過ぎた場合には、銅の析出が樹枝状となり、これはトレンチやビア穴内の完全な埋め込みには適さない。

[0008] 時間については、穴の底やその付近の部分において、析出した銅被覆が電流を停止した時の化学溶解により消失しない程度の膜厚に相当する時間以上で、かつトレンチやビア穴の口の部分において、析出した銅の膜厚が大きくなり過ぎて、後続の操作において底の部分で埋められるよりも先に閉じてしまうことのない時間とする。なお、トレンチやビア穴の両側の側面から銅めつき被覆が成長する状であるから、上記の「最小の穴の径又は溝の幅の75%」とは、穴の溝の未析出部分が25%以上になっていることを意味する。したがって、析出膜厚としては75%の1/2、すなわち「最小の穴の径又は溝の幅」に対して37.5%に当たるものである。[0009] 第2段階として、電流を遮断する。この時間t<sub>2</sub>は第1段階で表面上析出した銅の厚さの5～80%が化学的に溶解するのに相当する時間とする。前記第1段階における銅の析出では、トレンチやビア穴の底よりも、これらの口の部分において電流密度が低くなり、その結果として銅の膜厚が底の部分よりも口の部分の方が厚くなっている。このまめつきを継続すると、トレンチやビア穴の内に析出する前に口が閉じて、ボイドが現れることになる。銅の化学溶解は、銅の溶解に関するイオン種の拡散速度が表面の方が大きいため、トレンチやビア穴の内面よりも表面の方が大きな速度で起こる。これは、膜厚を調整するには好都合であり、このことを利用して前記第1段階でトレンチやビア穴の口の部分に過剰に析出した銅を優先的に溶解させる。ただし、この時間t<sub>3</sub>が長すぎると、当然銅が過剰に溶解して一部又は全面が消失するし、短すぎると上記の効果を得られない。この銅の化学溶解に際し、銅よりも電気化学的に貴な金属を必要とする時間、シリコンウエハーに接続させることによって溶解速度を調整することができる。この貴な金属

の接続に際しては一定時間経過後に又は断続的に行なうことができる。

[0010] 第3段階として、めつきを行なう捨断電流1<sub>2</sub>が第1段階の電流密度以下であり、その時間t<sub>3</sub>は最終的に所定の銅膜厚に達するまでとする。これは第2段階において、トレンチやビア穴の口の部分の銅を化学的に溶解したことに伴い、トレンチやビア穴の内部に析出する前に口が閉じるという可能性は減少しているが、第1段階よりも高電流密度にすると、電流集中により平均ひび割れがボイドが現れることになりかねない、したがって、ここでの電流密度は第1段階以下にする必要がある。これは、穴内では表面よりも銅オキシの供給がされにくくなるため、穴内の析出性を高めるためには、電流密度を低下させて析出速度を減少させて徐々めつきし、内部においても銅の埋め込みは完全に行なわれる。

[0011] 本発明に使用する電流めつき液は特に限定しないが、酸被覆めつき液が最も好ましい。これは液の成分が単純で、排水処理が容易であり、半導体製造の分野においては汚染源となるアルカリ金属イオンを含まないこと、他、液中に大量に含有される硫酸が銅の化学的溶解速度を促進するため、本発明の方法においては条件の設定が容易であるという利点を有している。他の電流めつき液としては、ピロリ酸、EDTA系などがあり、速度は遅いが同様に化学的溶解を行なうことができる。化学的溶解速度の向上には、上記以外に空気吹き込み等による溶存酸素濃度の増加等が効果がある。

[0012] 酸被覆めつき液の成分としては、次の組成が適当である。

硫酸：銅として0.1～100g/L (置ましくは1～50g/L)

硫酸：0.1～500g/L (置ましくは10～300g/L)

これに、添加剤として例えば、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、4級アミン系界面活性剤、ポリチンなどの界面活性剤を使用することができる。これらは電流めつきの電気化学反応において分極を大きくし、めつきで析出した銅の結晶の大きさを均一にし、また析出被覆の場所による膜厚の均一化の改善に効果がある。また、洗剤を使用することができる。好適な洗剤としては、例えばC-1220 (シヤンバエナジー製) などが挙げられる。

[0013] 本発明の電流めつき処理を行なう前に、公知のように半導体ウエハーの表面に銅被覆を埋め込むためのシリコンやビア穴が作られ、その表面には銅がシリコンに被覆することを防止するために、Ti、Ta、Niなどから選ばれたバリアメタルが、蒸着、スパッタリング、CVD法などの公知の方法で覆われる。この膜厚は製造する条件によって異なるが、一般に0.0

0.01～0.1μm程度である。さらにバリアメタル層の上には薄い銅の層が同様に、蒸着、スパッタリング、CVD法などの公知の方法で覆われる。これはバリアメタル層は一般的に電気抵抗が大きく、電流めつきにおいてウエハーの周辺部に設けられた接点周辺と中心部では、電流密度の差が大きくなってしまったため、電気抵抗の小さい銅を予め付与しておくものである。この膜厚は0.001～0.1μmが適当である。しかし、この膜厚は製造条件によって決められるもので、この範囲に制限されるものではない。

[0014] 本発明は、工業用の公知の装置を使用して実施できる。図2は本発明の装置を使用したために使用した試験装置であり、工業用の装置と構造的に類似している。一般に、工業用の装置はシリコンウエハーがそのままの大きさにて回転電極にセットできるようにされており、当然それに合わせて、槽、アノード等の大きさ (形状、寸法) は大きくなっている。めつき液である半導体ウエハー1とアノード2を対向させて電流めつき槽3内に配置する。図2では半導体ウエハー1とアノード2が電流めつき液面4に対し水平に配置されているが、垂直に配置してもよい。半導体ウエハー1はめつきを行なうべき表面を露し、表面は電流めつき液に接触しないようにシールドが必要である。給電のための接点は半導体ウエハー1の端付近に設ける。符号6は半導体ウエハー1を保持して回転させる回転電極、符号7は電流めつき槽を示す。アノード3は含リ銅アノード (リン含有率0.04～0.06%) 又は不溶性アノードが用いられる。この不溶性アノードとしてはPt、PbめつきTiの使用が適当である。また市販されている寸法安定性電極 (DSA) など也可以使用できる。含リ銅アノードを用いる場合には、めつきされた分の銅の供給はアノードの溶解により自動的に行なわれる。ただし、アノードの溶解時に若干のスラッジが生じるため、ポリプロピレン繊維等で作られたアノードバグに入れる必要がある。不溶性アノードを用いた場合には、めつきにより液中の銅濃度が減少していくため、銅濃度を維持するために酸被覆液を供給する必要がある。

[0015] 本発明におけるめつき条件は、次の通りである。

電流密度：0.1～100A/dm<sup>2</sup> (好ましくは0.5～5A/dm<sup>2</sup>)

液温度：10～80°C (好ましくは15～30°C)

電流めつきにおける電流密度、液温度及び液の流速 (めつき面と液バグとの相対速度) は相互に依存する関係をもっており、上記の範囲で、めつき物である半導体ウエハーの面に対して適当な液の流速を付与することによって、狙いの析出速度と銅析出 (結晶状態) を得ることができ、液の流速を付与する方法としてはめつきされるウエハーを図2に示すように回転させる方法が適当

である。本発明においては、このウエハーの回転はめつき面への銅オキシの供給の促進と、銅の化学的溶解の促進の両方をもつ。すなわち、回転速度の設定によってこれらの因子を制御することができる。回転速度が大きいほど銅オキシの供給速度及び銅の化学的溶解速度とも大きくなる。本発明では前述の第1～第3段階の一流のめつき作業中、めつき物であるウエハーを連続的に回転させる。これにより、ウエハー一面内の銅オキシの供給と銅の化学的溶解速度を安定化させる。

[0016] また、上記にも説明したように、本発明においては銅の化学的溶解速度を調整するために、めつき液であるシリコンウエハー上の銅表面に、銅よりも電気化学的に貴な金属を被覆させたり覆したりする。貴金属を銅表面に被覆させると、いわゆる電池反応により銅がアノード、貴金属がカソードとなって銅の溶解速度が促進される。したがって、これを被覆させた時点は銅の溶解速度が低く、即ち溶解速度が元に戻る。これにより、本発明のめつき過程における第2段階において、貴金属の被覆を行なうことによって電流の遮断する時間を短くすることができる。結果としてトータルの埋め込みに必要な時間の削減が期待できる。第3段階においても、正味の銅析出速度の調整のために、貴金属の被覆を行なうことができる。第1段階において、銅の化学的溶解速度の増大は部分的なアノード層の消失、その結果としてボイドの発生につながるため好ましくない。この方法に使用する貴金属としてはめつき液に対して化学的に安定であり、銅よりも電気化学的に貴であることがあり、白金、金、イリジウムなどが適当である。

[0017] 本発明では、半導体ウエハーに電流めつきを施すための前記原理としては、通常の酸被覆が用いられる。酸としては希硫酸が適当であり、その濃度は0.1～5.0% (好ましくは0.5～1.0%) が適当である。なお、この原理として他の酸は必須のものではなく、実施しなくてもよい。本発明の方法による最終的な電流めつき膜厚は、半導体ウエハーの表面のトレンチが埋められ、その後の工程であるケミカルメカニカルポリッシング (CMP) による平坦化によって銅膜が形成される目的のために実施する程度でよい。一般的には0.5～1.5μmである。

[0018]

【実施例および比較例】 以下、実施例および比較例について説明する。なお、本実施例はあくまで一例であり、この例によって何ら制限されるものではない。すなわち、本発明は特許請求の範囲によつてのみ制限されるものであり、本発明に含まれる実施例以外の電極の変形を含むものである。電流めつきによるウエハーに形成したトレンチの埋め込み被覆を行なった。比較に使用したウエハーのトレンチの幅は0.25μm、深さは1.0μm (アスペクト比は4.0) である。ウエハーにはバリア層としてTaを0.05μm、その上にシ

層として銅を0.05μmスパンタリジにより形成した。なお、銅の厚さは表面の粗い値である。使用した電気銅めっき液の組成は次の通りである。

硫酸銅：銅として8g/L  
硫酸：180g/L  
塩素：70ppm  
添加剤(CC-1220:ジバベンゼン製)：1mL/L

【0019】このサンプルに対し、以下に示す条件で電気めっきを行なった。めっき条件は図1に示す因子の数値を変化させて実施した。液温は25°Cである。銅の析出速度は1A/dm<sup>2</sup>で1分当たり0.22μmである。また同じ液を使用して電気化学測定を行なった結果、この液の限界電流密度は回転数100rpm及び200rpmで、それぞれ3.0A/dm<sup>2</sup>及び4.2A/dm<sup>2</sup>であった。銅溶解の化学溶解速度は、回転数100rpm及び200rpmで、それぞれ0.01μm/分及び0.02μm/分と見積もられた。また回転数100rpmで銅表面に白金銅を接合させた場合の銅溶解の化学溶解速度は0.06μm/分と見積もられた。

【0020】これによる試験結果を表1に示す。表1に

No.	条件(1)					回転数 (rpm)	電流密度 (A/dm <sup>2</sup> )	電極面積 (cm <sup>2</sup> )	電解液
	1	2	3	4	5				
1	0	0	0	0	0	100	0.01	100	銅溶解の速度
2	0	0	0	0	0	100	0.02	100	銅溶解の速度
3	0	0	0	0	0	100	0.03	100	銅溶解の速度
4	0	0	0	0	0	100	0.04	100	銅溶解の速度
5	0	0	0	0	0	100	0.05	100	銅溶解の速度
6	0	0	0	0	0	100	0.06	100	銅溶解の速度
7	0	0	0	0	0	100	0.07	100	銅溶解の速度
8	0	0	0	0	0	100	0.08	100	銅溶解の速度
9	0	0	0	0	0	100	0.09	100	銅溶解の速度
10	0	0	0	0	0	100	0.10	100	銅溶解の速度
11	0	0	0	0	0	100	0.11	100	銅溶解の速度
12	0	0	0	0	0	100	0.12	100	銅溶解の速度
13	0	0	0	0	0	100	0.13	100	銅溶解の速度
14	0	0	0	0	0	100	0.14	100	銅溶解の速度
15	0	0	0	0	0	100	0.15	100	銅溶解の速度
16	0	0	0	0	0	100	0.16	100	銅溶解の速度
17	0	0	0	0	0	100	0.17	100	銅溶解の速度
18	0	0	0	0	0	100	0.18	100	銅溶解の速度
19	0	0	0	0	0	100	0.19	100	銅溶解の速度
20	0	0	0	0	0	100	0.20	100	銅溶解の速度
21	0	0	0	0	0	100	0.21	100	銅溶解の速度
22	0	0	0	0	0	100	0.22	100	銅溶解の速度
23	0	0	0	0	0	100	0.23	100	銅溶解の速度
24	0	0	0	0	0	100	0.24	100	銅溶解の速度
25	0	0	0	0	0	100	0.25	100	銅溶解の速度
26	0	0	0	0	0	100	0.26	100	銅溶解の速度
27	0	0	0	0	0	100	0.27	100	銅溶解の速度
28	0	0	0	0	0	100	0.28	100	銅溶解の速度
29	0	0	0	0	0	100	0.29	100	銅溶解の速度
30	0	0	0	0	0	100	0.30	100	銅溶解の速度
31	0	0	0	0	0	100	0.31	100	銅溶解の速度
32	0	0	0	0	0	100	0.32	100	銅溶解の速度
33	0	0	0	0	0	100	0.33	100	銅溶解の速度
34	0	0	0	0	0	100	0.34	100	銅溶解の速度
35	0	0	0	0	0	100	0.35	100	銅溶解の速度
36	0	0	0	0	0	100	0.36	100	銅溶解の速度
37	0	0	0	0	0	100	0.37	100	銅溶解の速度
38	0	0	0	0	0	100	0.38	100	銅溶解の速度
39	0	0	0	0	0	100	0.39	100	銅溶解の速度
40	0	0	0	0	0	100	0.40	100	銅溶解の速度
41	0	0	0	0	0	100	0.41	100	銅溶解の速度
42	0	0	0	0	0	100	0.42	100	銅溶解の速度
43	0	0	0	0	0	100	0.43	100	銅溶解の速度
44	0	0	0	0	0	100	0.44	100	銅溶解の速度
45	0	0	0	0	0	100	0.45	100	銅溶解の速度
46	0	0	0	0	0	100	0.46	100	銅溶解の速度
47	0	0	0	0	0	100	0.47	100	銅溶解の速度
48	0	0	0	0	0	100	0.48	100	銅溶解の速度
49	0	0	0	0	0	100	0.49	100	銅溶解の速度
50	0	0	0	0	0	100	0.50	100	銅溶解の速度

において、比較例1、12は電流密度が本発明の範囲を超えておりボイドが発生した。比較例2〜4は電流を遮断する第2段階の時間 $t_2$ が存在しない、すなわちトルンチ又はヒラ穴の口等に所出した銅を溶解する工程がなく、いずれもボイドが発生している。比較例5、10は第1段階におけるめっき時間が過剰でボイドが発生している。比較例6、9は第1段階における電流密度が不足でボイドが発生している。比較例7、8、11は電流を遮断する第2段階の時間 $t_2$ が過剰で、銅の位置が消失し、ボイドが発生したものと考えられる。特に比較例8は穴内が全部ボイドとなっている。同様に比較例9は電流密度不足でありボイドが発生している。また、比較例13は貴金属となる白金をウェハーに接合させ銅の化学的溶解を促進させたものであるが、それが過剰なために穴内全てがボイドとなった。これらの比較例に対し、本発明の範囲にある実施例1〜7はいずれもボイドが形成されず、繊細なトルンチへの完全な埋め込みが達成でき、本発明の有効性が確認できた。

【0021】

【表1】

【図面の簡単な説明】

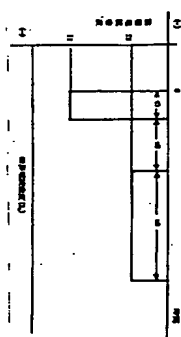
45 【図1】本発明の電気銅めっきにおける電流・時間設定の模式図である。

【図2】回転電極めっき装置の概略説明図である。

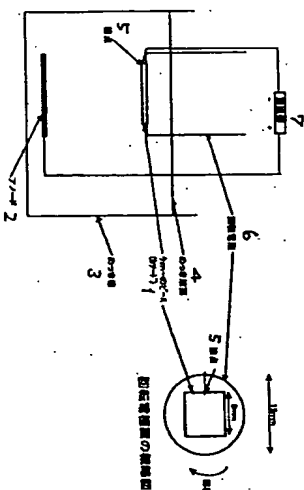
【符号の説明】

1 ウェハー  
2 ツノード

3 めっき槽  
4 めっき液面  
5 接点  
6 回転電極  
7 整流器



【図1】



【図2】

ツノードへのめっき

Fターム(参考) 4K024 A069 A001 B416 B012 C407

C416 C008 C416

4M104 B004 B005 B014 B017 D034

D037 D043 D052 F017 H013

BEST AVAILABLE COPY